



Bulletin de la Sabix

Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de
l'École polytechnique

66 | 2020

Maurice Allais (1911-2010, X1931)

Maurice Allais, physicien

Jean-Bernard Deloly



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/2847>

DOI : 10.4000/sabix.2847

ISSN : 2114-2130

Éditeur

Société des amis de la bibliothèque et de l'histoire de l'École polytechnique (SABIX)

Édition imprimée

Date de publication : 1 octobre 2020

Pagination : 179-193

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Jean-Bernard Deloly, « Maurice Allais, physicien », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 66 | 2020, mis en ligne le 22 janvier 2021, consulté le 28 avril 2021. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/2847> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.2847>

© SABIX

Maurice Allais, physicien

*Jean-Bernard Deloly**

1. Une carrière totalement atypique

► C'est le hasard de l'existence (un voyage aux États-Unis, jeune ingénieur des Mines, alors que la crise de 1929 était à son paroxysme) qui a conduit Maurice Allais à l'économie. Avec la suite que l'on connaît : un prix Nobel en 1989, à 77 ans, pour une œuvre datant pour l'essentiel d'une quarantaine d'années, dont le caractère anormalement tardif de la reconnaissance donne la mesure de l'importance et de l'originalité.

Car c'est à la physique qu'il se destinait. Mais, en fait, cette première vocation n'a jamais été abandonnée : de sa sortie de l'École polytechnique jusqu'à la fin de sa vie, il n'a jamais cessé de s'y intéresser. Il estimait y avoir consacré environ le quart de son existence.

Ce n'est toutefois qu'à partir des années 1950 que cet intérêt a dépassé le stade de travaux et de réflexions personnels, et a débouché sur des expérimentations, des conférences, et des publications. On n'a donc que peu d'information sur l'avant 1950. Ce qui est certain, c'est que, en parallèle à des travaux en économie récompensés par un prix Nobel, il a accumulé

les réflexions, réflexions nourries par des connaissances encyclopédiques. Ce qui est non moins certain, c'est que son intérêt pour la physique s'est d'emblée situé au plus haut niveau qui soit : celui des lois les plus fondamentales de la nature. Plus précisément, c'est à la recherche d'une théorie unificatrice de la gravitation et de l'électromagnétisme qu'il s'était alors plus particulièrement attaché.

La méthodologie des sciences nous enseigne depuis plus de deux siècles que l'expérience est reine, et que c'est toujours la découverte de phénomènes inexplicables par les théories en vigueur qui fait progresser la science. Maurice Allais s'est donc fixé comme premier objectif une recherche expérimentale des interactions qu'il pouvait y avoir entre gravitation et électromagnétisme. D'une part, s'il y en avait, ce serait assurément un fait expérimental nouveau, infirmant à la fois les lois en vigueur de la gravitation et de l'électromagnétisme, et que devrait prendre en compte toute théorie ayant l'ambition de les unifier. D'autre part, il a toujours considéré comme physiquement absolument incompréhensible qu'il puisse

* X 1965, ingénieur général de l'armement honoraire, membre du Comité de fondation de la Fondation Maurice Allais.

y avoir propagation d'actions à distance sans l'existence d'un milieu intermédiaire. Il serait donc bien étonnant que deux actions s'exerçant au sein d'un même milieu n'aient strictement aucune interaction.

D'où l'idée d'une expérience dont le principe était d'une extrême simplicité : rechercher l'action éventuelle d'un puissant champ magnétique sur la précession d'un pendule totalement amagnétique.

C'est ainsi qu'ont débuté ses recherches expérimentales.

Toute la suite s'est inscrite dans la même démarche : concevoir des expériences ciblées pour que leurs conclusions puissent directement remettre en cause les lois physiques en vigueur, ou, comme il l'a fait en optique, ressortir de l'oubli des expériences qui aboutissaient au même type de conclusion.

- On conçoit dès lors que ses relations avec la communauté scientifique n'aient jamais pu être des relations apaisées.

Voici en effet plus de deux millénaires que l'homme s'est attaché à expliquer le monde par des modèles mathématiques, dont on pouvait juger de l'exactitude empirique parce que l'on pouvait les comparer à la réalité, et que l'on peut donc réellement parler de science. C'est ainsi que la théorie des épicycles, formalisée au II^e siècle de notre ère par Ptolémée, à partir de travaux et d'observations accumulés au cours des siècles précédents, permettait de prévoir les éclipses avec une précision extraordinaire. Et cela alors même qu'elle était construite sur une représentation erronée de l'Univers, puisque la Terre en était le centre. Depuis, il y a toujours eu une science officielle, en l'occurrence le corps de doctrine prédominant du moment. Depuis toujours, aussi, cette science officielle a été défendue par un *establishment*, souvent composé de per-

sonnalités d'une incontestable valeur, mais qui n'ont pas spontanément tendance à remettre en cause des théories que, durant toute leur existence, elles ont enseignées et mises en pratique, en général non sans un certain succès empirique.

- C'est ainsi que, tout au long des quinze siècles qu'a vécu la théorie des épicycles (jusqu'à son remplacement par les lois de Kepler), tous ceux qui avaient constaté ses insuffisances (et l'on peut penser qu'il y en a eu un certain nombre) se sont retrouvés invités par l'*establishment* du moment à ne pas sortir, dans leur recherche, du cadre géocentrique qui en était le fondement.

Aujourd'hui, et cela depuis les années 1920, la théorie de la relativité est partie intégrante de la science officielle, et tout chercheur dont les ambitions ne sont pas seulement intellectuelles se retrouve fortement incité à ne pas la contester ouvertement.

Il se trouve que toutes les expérimentations de Maurice Allais se situent dans le domaine macroscopique, dans lequel tous les écarts par rapport aux théories classiques sont réputés expliqués par la théorie de la relativité, restreinte ou générale. Mais, dans les conditions de réalisation de ses expériences, les écarts relativistes sont imperceptibles (écarts relatifs de l'ordre 10^{-9} , alors que les écarts qu'il trouve sont de l'ordre de 10^{-6}). Le conflit avec la théorie de la relativité était inévitable. Il a éclaté au grand jour en 1958, lorsqu'il a abordé l'optique : c'était cette fois-ci le postulat de la constance de la vitesse de la lumière lui-même qui était en cause.

Tout cela explique que ses expériences n'aient pu être permises que par du mécénat, grâce à l'appui de dirigeants d'entreprises impressionnés par son évidente solidité intellectuelle et professionnelle (car, en parallèle à ses travaux en économie et en physique, Maurice Allais avait poursuivi une

carrière normale d'ingénieur des Mines). C'est ainsi que, de 1954 à 1960, l'IRSID (Institut de recherche de la sidérurgie) a mis à sa disposition, dans ses bâtiments de Saint-Germain, un laboratoire composé de deux grandes pièces en sous-sol, deux col-laborateurs, et son atelier de mécanique.

Le mécénat ne pouvant durer indéfiniment, malgré les succès rencontrés, il a dû renon-cer en 1960 à poursuivre ses expérimentations. Par la suite, il n'a jamais pu dispo-ser à nouveau de moyens lui permettant de réellement reprendre des recherches expérimentales.

2. Son œuvre expérimentale (1953-1960)

2.1. Ses expériences avec le pendule

► Les résultats de sa première expérimenta-tion n'ont pas permis de mettre en évidence d'action d'un champ magnétique sur la pré-cession d'un pendule constitué d'une boule de verre. Il n'a pas cherché à la reproduire, un certain nombre de considérations l'ayant amené à conclure que les effets à prévoir ne pouvaient être décelables avec les champs magnétiques réalisables. Toutefois, son attention avait été attirée par l'importance des écarts avec la précession de Foucault, et par le fait qu'ils variaient au cours du temps. Ce sont ces variations, dont le calcul mon-trait qu'elles ne pouvaient absolument pas s'expliquer par l'action gravitationnelle du Soleil et de la Lune, qu'il a décidé d'étudier.

On trouve alors une autre constante de la démarche expérimentale de Maurice Allais : s'appuyer systématiquement sur l'étude de séries temporelles longues, seules capables, par analyse spectrale ou par recherche de corrélations, de mettre en évidence des régularités cachées dans ce qui n'apparaît à première vue n'être que du « bruit ». Des calculs statistiques permettent tout d'abord d'estimer la probabilité de la réalité de ces

régularités, c'est-à-dire la probabilité de ce qu'elles ne résultent pas simplement de ce bruit. Les caractéristiques de ces régularités (leur fréquence, leur amplitude et leur phase lorsqu'il s'agit de composantes périodiques) peuvent donner ensuite de très intéres-santes indications sur l'origine des actions perturbatrices qui en sont à l'origine.

Les expérimentations de Maurice Allais ont donc été des expérimentations menées en continu sur un mois, le pendule étant relancé toutes les 20 minutes, arrêté au bout de 14 minutes, et positionné pour le lancer suivant dans l'azimut final du précédent lan-cer. Cette durée de un mois résultait de la nécessité absolue de pouvoir discriminer le groupe de raies que l'on trouve autour de 24 h pour tous les facteurs géophysiques (et qui résulte de la composition de la rota-tion de la Terre sur elle-même en 24 h avec des périodicité longues : semestre, année...) du groupe que l'on retrouve autour de 24h50 mn, période qui résulte de la com-position de la rotation de la Terre sur elle-même avec un phénomène approxima-tivement mensuel (les seuls connus étant la rotation du couple Terre-Lune autour de son centre de gravité et la rotation du Soleil sur lui-même).

► L'analyse de la période d'un pendule est couramment utilisée comme outil d'inves-tigation. Mais il n'en est pas du tout de même de l'analyse de sa précession, et Maurice Allais est le premier scientifique à avoir eu l'idée de l'exploiter.

Le point essentiel est que cette analyse four-nit des informations totalement différentes de celles fournies par les dispositifs statiques que sont les accéléromètres, et en particu-lier par les gravimètres, qui sont les disposi-tifs de référence pour l'étude de la gravita-tion. En effet une accélération constante est sans effet sur la précession d'un pendule, et

cette dernière est en outre très peu sensible aux variations lentes d'accélération¹.

Une action perturbatrice peut agir de deux façons sur la précession (cela dépend de sa phase par rapport aux oscillations du pendule): indirectement, en ovalisant la trajectoire (et c'est ensuite cette ovalisation qui fait précessionner le pendule, par la « précession d'Airy »), ou directement. De ses premières observations, Maurice Allais avait déduit que les actions inconnues dont il soupçonnait l'existence agissaient principalement par la précession d'Airy. D'où l'utilisation d'un pendule conçu pour maximiser cette précession, qui est d'autant plus importante que le pendule est court et l'amplitude des oscillations importante. La longueur de son pendule a donc été d'environ 1 m, et il a été lancé avec une amplitude totale de 0,22 rd. Rigide, il était suspendu par un étrier reposant sur une bille roulant sur un plateau². Il était par ailleurs construit en métaux amagnétiques.

Deux types de pendules ont été utilisés :

- du début (1954) jusqu'à la fin (1960) un pendule « anisotrope », appelé ainsi parce qu'une tendance du plan d'oscillation à être rappelé vers une direction fixe résultait de ce que, en raison d'une dissymétrie dans la suspension, l'élasticité n'était pas la même dans toutes les directions. Maurice Allais a alors constaté que, sous l'action combinée de ce rappel et d'influences externes inconnues, ce plan tendait en permanence à s'orienter vers une direction variable dans le temps ;
- pour mieux isoler l'action de ces influences externes, Maurice Allais a conçu et mis en place, en 1959, un pendule « isotrope » dont l'anisotropie intrinsèque avait pu être rendue négligeable.

➤ Six expérimentations en continu de 1 mois ont été réalisées (juin-juillet 1954, novembre-décembre 1954, juin-juillet 1955, juillet-août 1958, novembre-décembre 1959, mars-avril 1960). Il s'agissait d'expérimentations exigeantes : tout était manuel, d'où la nécessité de disposer d'une équipe d'opérateurs se relayant.

Elles ont toutes mis en œuvre au moins le pendule anisotrope de Saint-Germain, auquel s'est ajouté, en 1959 et en 1960, le pendule isotrope et, en 1958, un 2^e pendule anisotrope implanté dans une carrière souterraine, à Bougival, à 6,5 km de là. La distance à la surface libre (comptée horizontalement) était de 800 m, et il y avait au-dessus 57 m de recouvrement de craie et d'argile. Ce deuxième pendule avait été construit pour cette circonstance, selon exactement les mêmes plans que le premier. Il avait été vérifié que l'azimut de la direction fixe liée à l'anisotropie de la suspension vers laquelle le plan d'oscillation tendait à être rappelé le pendule était exactement le même qu'à Saint-Germain.

Un résultat essentiel de ces six expérimentations a été la découverte de l'existence systématique d'une composante de 24 h 50 mn dont une analyse exhaustive a montré que, compte-tenu de son amplitude, elle ne pouvait être expliquée par aucun phénomène connu.

Dans cette série d'expérimentations, celle de 1958 a joué un rôle absolument essentiel :

- À elle seule, elle suffisait à valider l'existence et le caractère inexplicable de la composante de 24 h 50 mn. En effet, elle a été retrouvée sur les 2 pendules, avec des phases très voisines. De plus, l'implantation du 2^e pendule au fond de la carrière de Bougival excluait totalement toute

1. Notons en outre un point essentiel du point de vue pratique : contrairement à sa période, la précession du pendule est très peu sensible aux variations de sa longueur, et donc aux variations de température. Il n'est donc nullement indispensable de disposer d'une température strictement régulée.

2. C'est la nature du mouvement de la bille sur le plateau qui a conduit Maurice Allais à l'appeler « pendule paraconique ».

action de la température, de variations du champ électrique, et de l'environnement humain.

- Par ailleurs, elle contribue puissamment à valider dans leur ensemble les résultats des 6 expérimentations menées avec le pendule anisotrope, ainsi qu'à faire ressortir l'impossibilité de les expliquer par des phénomènes connus.

De 1954 à 1960, l'azimut moyen du pendule sur une expérimentation de 1 mois a beaucoup varié. Il en est de même d'autres grandeurs, dont l'amplitude de la composante de 24 h 50 mn. Il est extrêmement remarquable que, pour toutes ces grandeurs, leurs valeurs soient très voisines pour le pendule de St-Germain et le pendule de Bougival (en ce qui concerne l'azimut, écart de 2,8 grades pour une variation totale de 25 grades; en ce qui concerne l'amplitude de la composante de 24 h 50 mn, écart de 0,44 pour une variation relative de 1 à 11). Cela excluait pratiquement que ces variations résultent simplement d'évolutions des caractéristiques du pendule de Saint-Germain, que de toutes façons Maurice Allais avait régulièrement vérifiées.

L'analyse des actions extérieures susceptibles d'avoir provoqué ces évolutions sur le long terme est considérablement simplifiée par le fait que le pendule de Bougival était dans un environnement particulièrement stable et protégé. En définitive, il semble qu'aucune action connue puisse les expliquer.

Maurice Allais est parti de l'hypothèse que les évolutions lentes de l'azimut et de l'amplitude de l'onde de 24 h 50 mn résultaient de l'addition d'une composante résultant de la rotation de la Terre autour du Soleil (et donc annuelle ou semi-annuelle) et d'une action pluriannuelle. Ayant éliminé la première composante, il a, pour ces deux

grandeurs, retrouvé comme harmonique 1 de l'action pluriannuelle une composante de période 5,9 ans, et ces deux composantes se sont révélées en quasi-opposition de phase, ce qui valide pratiquement son hypothèse. Très logiquement, il a considéré que ces évolutions sur 6 ans devaient résulter de l'action du système solaire considéré dans son ensemble.

► Pendant la durée de l'éclipse totale de soleil du 30 juin 1954, dont il s'est trouvé qu'elle est survenue lors de la première des 6 expérimentations, a été enregistrée une déviation très marquée du plan d'oscillation du pendule vers la direction commune du Soleil et de la Lune. Un phénomène analogue, quoique moins significatif, a été constaté lors de l'éclipse de soleil du 2 octobre 1959, à la fois sur le pendule isotrope et le pendule anisotrope. C'est cet effet d'éclipse qui a été baptisé « *Allais effect* » par la NASA à l'occasion de la campagne d'observation de la grande éclipse qui traversa tout l'hémisphère nord le 11 août 1999.

► Ce n'est qu'à partir de 1957, après avoir acquis la conviction qu'il avait bien découvert des phénomènes nouveaux, que Maurice Allais a entrepris de faire connaître ses travaux, par des conférences et des publications (notamment dix publications dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, de 1957 à 1959). Sur la recommandation de Werner von Braun, directeur de la NASA, la traduction d'un article paru dans une revue polytechnicienne³ a été publiée dans la revue américaine *Aero-Space Engineering*, sous le titre *Should the laws of gravitation be reconsidered?*. Ses travaux ont ainsi acquis une audience internationale, ce qui lui a valu de se voir décerner en 1959 le prix Galabert de la Société Française d'Astronautique et, aux États-

3. [Ndlr: « Doit-on reconsidérer les lois de la gravitation » par Maurice Allais, dans « Perspectives X, revue technique annuelle de promotion » publiée par la Caisse des élèves en 1958.]

Unis, le prix de la *Gravity Research Foundation*. Aucune contestation probante de ses résultats n'est ressortie du débat qu'il y a alors eu en France au plus haut niveau, et que Maurice Allais avait lui-même contribué à provoquer.

2.2. Ses expériences en optique

En 1958 et 1959 Maurice Allais a organisé 2 campagnes d'observations optiques en continu d'une durée d'un mois.

La première, menée à Saint-Germain en même temps que celle ayant mis en œuvre deux pendules anisotropes, consistait à viser toutes les 20 mn une mire verticale au moyen d'une lunette, et à enregistrer les déviations constatées. La seconde, effectuée à l'IGN par une équipe de l'IGN, à partir d'indications qu'il leur avait donné, comportait en supplément des visées sur collimateur.

Ces expérimentations n'ont pu être que partiellement exploitées du fait de problèmes divers.

Il reste qu'elles ont fourni des résultats suffisamment intéressants pour que l'on doive regretter qu'elles n'aient pu être poursuivies. Il est en particulier extrêmement remarquable que, en 1958, la phase de la composante de 24h50 mn ait été très voisine de celle des composantes trouvées sur la précession des 2 pendules.

3. De la fin de ses expériences au prix Nobel d'économie (1962-1989)

► Les seules publications de cette période ont porté sur l'analyse statistique, qui est l'un des piliers des travaux de Maurice Allais, que ce soit en physique et en économie.

On citera :

– la publication, en 1962 (Bulletin de l'Institut international de statistique) de la « Généralisation du test de Schuster

au cas de séries temporelles autocorrélées dans l'hypothèse d'un processus de perturbations aléatoires d'un système stable ».

Cette généralisation du test de Schuster avait été utilisée par Maurice Allais pour s'assurer de la réalité des composantes périodiques mises en évidence dans ses observations ;

– la publication en 1983 (Journal de la Société de statistique de Paris) de son mémoire « Fréquence, probabilité et hasard », qui a obtenu cette même année le prix Robert Blanché.

► Ce mémoire comporte plusieurs volets :

a) le premier, dans lequel Maurice Allais distingue et analyse très finement les différents concepts que recouvre en fait le terme fourre-tout de « probabilité », relève de l'épistémologie.

Il y est conduit à s'insurger contre la tendance qu'il a constatée, dans toutes les sciences, à abandonner les conceptions déterministes du XIX^e siècle :

– Pour lui les notions de hasard et de probabilité sont de pures créations de notre esprit : elles n'existent pas dans la nature, qui est entièrement déterministe. En ce qui concerne les mathématiques, elles sont évidemment purement déterministes : tout ce qui y est relatif aux « probabilités » relève en fait simplement de l'analyse combinatoire.

– Les théories axiomatiques rigoureuses élaborées par les mathématiciens ont permis la formalisation de modèles mathématiques qui permettent remarquablement de rendre compte des phénomènes résultant de causes si multiples et si susceptibles d'agir dans des sens si divers que l'on ne peut que partir de l'hypothèse que tous les états pouvant être obtenus

sont équiprobables (le lancer de dés en est l'exemple typique). Ces modèles permettent en outre des prédictions relatives à l'incertitude de l'avenir.

- Tout se passe assurément, vis-à-vis de ces modèles, comme si aucune causalité n'intervenait dans le résultat du lancer de dés, et donc comme si le lancer de dés était intrinsèquement de nature aléatoire. Il ne l'est évidemment pas, et d'ailleurs personne n'a jamais remis en question la causalité de son résultat.

Ce que dénonce Maurice Allais, c'est la tendance, lorsque l'on est dans l'ignorance totale des causes qui pourraient produire un effet donné, à affirmer que cet effet résulte fondamentalement du hasard : « En appeler au hasard pour expliquer le monde réel, ce n'est en réalité qu'une manifestation de je ne sais quelle démission de l'intelligence, un principe mythique comme celui auquel font appel les peuples primitifs lorsqu'ils expliquent tout par le surnaturel ».

- Le problème, qu'il développera plus tard dans *L'Anisotropie de l'espace*⁴, est que, dans la physique de l'infiniment petit, certains, faute d'avoir pu imaginer des mécanismes de causalité dans la physique des particules, en ont déduit que la nature était intrinsèquement indéterministe. La « contingence pure », suivant l'expression de Louis de Broglie, « serait la réalité ultime dans le déroulement des phénomènes physiques ».

On en revient alors à la notion d'« éther ». Maurice Allais fait remarquer que cette totale incapacité à imaginer des mécanismes de causalité ne résulte que du refus d'envisager l'hypothèse explicative d'un milieu support des phénomènes physiques. Une fois une telle hypothèse admise, bien des prétendus mystères de la physique contemporaine, tels la dualité onde-cor-

puscule et la propagation des actions à distance, n'en sont plus. Les problèmes n'en sont évidemment pas résolus pour autant, mais cette hypothèse permet de guider la réflexion, en lui imposant de plus un garde-fou : lui conserver un sens physique.

- b) Le deuxième volet de ce mémoire, complément logique du premier, développe, à partir d'analyses mathématiques, le constat que la nature, bien que totalement déterministe, peut très bien simuler le hasard.

Ainsi Maurice Allais montre, dans le « Théorème T », que, sous des conditions assez peu restrictives, et qui se trouvent couramment réalisées dans la nature, une somme de sinusoides peut simuler du bruit. Il a appelé fonctions « presque périodiques » de telles fonctions.

Ainsi, ce qui est très souvent considéré par l'observateur comme étant du « bruit » peut-il parfois, si on l'analyse avec suffisamment d'attention sur une durée suffisamment longue, se révéler comporter des périodicités cachées. Et ceci est d'autant plus probable que, ainsi que le souligne Maurice Allais, l'espace dans lequel nous vivons est traversé de multiples phénomènes vibratoires.

4. L'analyse harmonique de séries temporelles longues, outil d'investigation absolument essentiel

4.1 Cet outil, qui est à la base de toutes les recherches expérimentales de Maurice Allais, demeure malheureusement très largement ignoré :

- d'une part parce qu'il ne s'agit absolument pas d'une réaction naturelle de l'esprit humain : la notion d'analyse harmonique n'est pas intuitive du tout ;

4. Maurice Allais, « L'Anisotropie de l'espace », Editions Clément-Juglar, 1997, 800 p., voir §5 ci-après.

– d'autre part, tout simplement, parce que c'est une démarche extrêmement contraignante.

C'était évident lorsqu'il n'y avait ni calculateur, ni automatisation possible. Mais c'est toujours d'actualité. Quand, utilisant des moyens un tant soit peu sophistiqués, on passe d'observations sur quelques jours à des observations sur un mois, et *a fortiori* sur une année, voire sur plusieurs années, on change totalement d'ordre de grandeur en ce qui concerne les difficultés de conception, d'organisation, et de mise en œuvre. Or c'est au moins l'année qui est nécessaire pour mettre en évidence l'influence de la rotation de la Terre autour du Soleil, influence qui est considérable pour tous les facteurs géophysiques connus, et dont on ne voit pas pourquoi il n'en serait pas de même pour ceux qui restent inconnus. C'est plusieurs années si l'on veut mettre en évidence une influence du système solaire considéré dans son ensemble.

4.2 L'exemple de La genèse du postulat de l'invariance de la vitesse de la lumière

► Depuis 1887, et jusqu'au début des années 1920, des dizaines d'observations ont recherché si la vitesse de la lumière variait avec l'azimut. Aucune n'avait duré plus de quelques jours. Aucune n'avait trouvé que la vitesse de la lumière restait réellement la même dans tous les azimuts (les écarts étaient en général autour de 10 km/s), mais il en avait été déduit qu'il s'agissait simplement de bruit, d'autant que l'on s'attendait à des valeurs correspondant à la vitesse de la Terre dans l'espace (quelques centaines de km/s), ou au moins à sa vitesse dans le système solaire (30 km/s). On en a alors conclu qu'elle était constante.

► Pour sa part Miller, assistant de Morley dans la série d'observations menées par ce dernier de 1902 à 1904, s'était toujours refusé à considérer comme nuls des résultats dont il était particulièrement bien placé pour savoir qu'ils ne l'étaient pas et, la guerre de 14-18 étant terminée, et lui-même étant devenu président de la Société américaine de physique, il décida, pour en avoir le cœur net, de reprendre les expérimentations de Michelson sur des bases nouvelles : la campagne d'expérimentation devrait cette fois-ci comporter plusieurs périodes réparties sur toute l'année, chaque période devant être étalée sur plusieurs jours, avec des mesures également réparties sur toutes les heures de la journée. Il a été retenu de plus, ce qui ne simplifiait pas les choses, qu'elle se déroulerait en altitude, au Mont Wilson, de façon à limiter l'influence d'un éventuel entraînement de l'éther par la Terre, et dans un bâtiment en bois, de façon à limiter d'éventuels obstacles à la circulation de cet éther.

Il a fallu attendre 1925-1926 pour que, après quatre années de préparation méthodique, soient menées des observations étalées sur 10 mois. Elles ont fait apparaître que, dans ce qui était considéré comme du « bruit », il y avait en fait une composante périodique diurne sidérale. Il a été en outre vérifié qu'il n'y avait pas de composante diurne solaire⁵, ce qui est incompatible avec une explication par des effets de température.

En 1926-1927, Ernest Esclangon, avec un dispositif différent, et des observations étalées sur 11 mois, a trouvé un résultat analogue.

5. Il est rappelé que l'année sidérale est plus courte d'un jour solaire que l'année solaire. Le jour sidéral est donc plus court d'environ 4 mn que le jour solaire (qui est aussi le jour civil). A tout instant les étoiles fixes se trouvent dans les mêmes azimuts du lieu d'observation que 24 heures sidérales auparavant. Après 24 heures civiles, c'est le Soleil qui se trouve dans le même azimut.

Étalées sur 10 mois, les observations de Miller permettaient parfaitement de distinguer une composante diurne solaire d'une composante diurne sidérale. Si les régularités qu'il a mises en évidence avaient résulté de la température, c'est une composante diurne solaire qui serait apparue, et non une composante diurne sidérale.

➤ A ce jour les observations de Miller et d'Esclangon n'ont toujours pas été réfutées, bien que, au moins en ce qui concerne celles de Miller, qui étaient particulièrement dérangeantes du fait de leur notoriété et celle de leur auteur, elles aient donné lieu, en leur temps, à des débats approfondis.⁶

– Jusqu'à son décès, en 1941, Miller a réfuté avec succès toutes les critiques qui lui avaient été faites, et en particulier l'explication donnée par Joos de ses résultats: il s'agirait de l'effet de gradients de température interne au laboratoire. Cette explication et la réponse de Miller ont donné lieu à un échange de correspondance⁷. On peut résumer comme suit cette réponse, qui s'appuie pour, plus de détails, à l'article très complet publié par Miller en 1933⁸:

a) La protection contre les effets de température avait dès le début (1904) été un souci majeur de Miller et de Morley, dont Miller était alors l'assistant: la différence entre chemins optiques perpendiculaires que mesure l'interféromètre est en effet à l'évidence très sensible à des différences de dilatation.

b) Le problème était toutefois très simplifié du fait que:

- L'interféromètre, qui flottait dans un bain de mercure, n'était pas fixe, mais

tournait en permanence rapidement (1 tour toutes les 50 s, au cours duquel 16 mesures étaient effectuées⁹). Il suffisait en fait d'une calorifugation sommaire pour rendre négligeable l'influence sur ces mesures de gradients de température fixes.

- Il était très facile, en disposant de façon appropriée des radiateurs électriques à convection, de créer des gradients de température très supérieurs à ceux qui étaient susceptibles d'être rencontrés lors des observations réelles, puis d'en mesurer l'influence. C'est ainsi que Miller a constaté qu'une simple protection du chemin optique par du verre était suffisante.

c) De toute façons des effets de température auraient dû provoquer une périodicité diurne solaire, et non diurne sidérale.

– C'est pourtant à des gradients de températures que, dans un article paru en 1955¹⁰, Shankland attribue les régularités découvertes par Miller. Mais, entre autres anomalies que contient cet article¹¹, nulle mention n'y est faite de ce que la périodicité découverte était diurne sidérale, et non diurne solaire.

Les essais de Miller mettant en œuvre des sources de chaleur artificielles y sont bien

6. [Ndlr: la validité de ces expériences reste aujourd'hui controversée, et une large part de la communauté scientifique ne partage pas le point de vue exposé par l'auteur de cet article. A titre d'exemple, nous publions en annexe à cet article deux réponses publiées le numéro d'avril 1997 de *La Jaune et la Rouge*, suite à un article de Maurice Allais sur les expériences de Miller].

7. Letters to the editor- Physical Review- January 15, 1934: Critique de G.J. Joos et réponse de D.C. Miller.

8. "The Ether-Drift experiment and the determination of the absolute motion of the Earth" (Dayton C. Miller, *Review of Modern Physics*, vol 5, July 1933). Dans ce très long article Miller couvre tous les volets de son expérimentation de 1925-1926: justification, préparation de 1921 à 1925, déroulement, exploitation des résultats. Dans la mise au point du dispositif, la protection contre les effets de température y est évidemment un point clé.

9. L'interféromètre de Joos, dont la conception était très différente, ne faisait qu'un tour toutes les demi-heures.

10. New analysis of the Interferometer Observations of Dayton C. Miller (R.S. Shankland, *Review of Modern Physics*, vol 27, number 2, April 1955).

11. Anomalies dont la mise en évidence demande toutefois une certaine attention, et un recoupement systématique avec l'article publié en 1933 par Miller. En particulier, contrairement à ce qu'affirme Shankland, les résultats de Miller au Mont Wilson, malgré la protection thermique relativement faible du local dans lequel se trouvait l'interféromètre, sont très voisins de ceux obtenus à Cleveland (article de Miller de 1933, p. 206-207, p. 220). En fait (analyse effectuée par l'auteur) si on exprime les résultats présentés par Shankland dans son tableau 1 non pas en déplacement des franges d'interférence, mais en vitesse de la lumière, on constate qu'ils restent voisins de ceux des autres observations interférométriques, la seule exception étant celle de Joos en 1930, qui avait mis en œuvre un dispositif très particulier, et dont on ne dispose que de l'analyse des données d'une seule journée.

rappelés, mais uniquement pour que le lecteur en déduise que des gradients de température pouvaient fausser les mesures. Il n'y est absolument pas prouvé que c'était réellement le cas dans les conditions réelles d'observation. Sans qu'apparemment Shankland s'en soit aperçu, les chiffres de son tableau IV prouvent même le contraire, si l'on prend en compte qu'ils résultaient de sources de chaleur focalisatrices de plusieurs centaines de degrés placées à 3 pieds de l'interféromètre, et non pas de différences de températures entre coins de la salle en général inférieures à 0,4 °C, et qui n'ont jamais dépassé 2 °C.

La critique de Joos y est bien citée (nota 15, p. 175), mais comme résultant d'échanges personnels avec ce dernier en 1954, et non sous sa forme publiée de 1934, laquelle était accompagnée de la réponse de Miller.

– L'article de Shankland a joué un rôle décisif dans l'enterrement des observations de Miller: il suffisait dès lors, pour les évacuer, de faire référence aux conclusions d'une étude en apparence sérieuse, solidement documentée, et publiée dans une revue scientifique de tout premier plan.

Si, dans de telles expérimentations, les effets de température sont les principaux candidats pour une explication conventionnelle, ils ne sont toutefois pas les seuls: il faut avoir aussi éliminé les perturbations d'origine purement mécaniques, ainsi que le fait que les anomalies constatées résulteraient simplement du bruit. Miller, dans son article de 1933, les avait éliminées. Sur ces points l'article de Shankland avait confirmé ses analyses. Il ne semble pas en outre qu'il y ait jamais eu de publication réfutant les

observations de Miller pour d'autres causes que des effets de température.

– En ce qui concerne les observations d'Esclangon à Strasbourg, qui n'avaient jamais eu la même notoriété, elles ont été tout simplement oubliées. On dispose toutefois, en ce qui les concerne¹², d'une description très détaillée du dispositif utilisé, ainsi que de l'ensemble des données expérimentales, avec les enregistrements de température. En ce qui concerne les observations effectuées par Esclangon en 1932-1933 à l'Observatoire de Paris au moyen d'un dispositif différent¹³, elles n'ont nullement infirmé celles de 1926-1927 contrairement à ce qui est souvent écrit.

➤ Depuis la fin des années 1920, la théorie de la relativité et le principe de l'invariance de la vitesse de la lumière font partie de ce qu'il faut bien appeler la science officielle.

Comme on vient de le voir, chercher à vérifier cette invariance nécessite des expérimentations particulièrement exigeantes. Cette démarche étant de plus devenue dissidente, on conçoit que très peu d'expérimentateurs se soient retrouvés dotés de moyens suffisants. Et, quand cela a pu être le cas, ils se sont en général limités à tester des hypothèses bien délimitées d'écart par rapport au principe de l'invariance, ce qui limitait fortement ce que leur démarche pouvait avoir de dissident. Enfin, ils ont utilisé des principes de mesure différents de ceux utilisés par Miller et Esclangon, et dont l'équivalence réelle n'avait jamais été vérifiée.

12. Sur l'existence d'une dissymétrie optique de l'espace; E. Esclangon; Journal des Observateurs; Volume XI, n° 4 (15 avril 1928). Les observations d'Esclangon avaient été aussi conçues de façon à être très peu sensibles aux perturbations mécaniques et aux variations de température, les enregistrements de température permettant de plus de vérifier cette insensibilité.

13. Recherches expérimentales sur la dissymétrie optique de l'espace; E. Esclangon; CR Académie des Sciences du 1er avril 1935.

C'est ainsi que les observations aujourd'hui citées le plus souvent en référence en tant que « répétition des observations de Michelson avec des moyens modernes », celles menées en 2005 à Düsseldorf¹⁴, n'ont en fait duré que 76 h. Elles utilisaient un système à cavités résonantes, et non un dispositif interférométrique.

On ne peut absolument pas déduire de leurs résultats « négatifs » qu'elles ont infirmé les résultats de Miller et d'Esclangon.

Certes il y a eu, depuis 1930, de nombreuses expérimentations destinées à mesurer la vitesse de la lumière. Mais elles étaient dès le départ biaisées, puisqu'elles portaient du principe que cette dernière était invariante dans le temps et dans l'espace. En particulier, il n'était nullement nécessaire de balayer les azimuts et de les étaler sur un an.

En ce qui concerne les observations réellement dissidentes, une seule est comparable à celles de Miller : celle menée de janvier 2003 à février 2005 par Hector Munera, au moyen d'un interféromètre de Michelson et Morley fixe¹⁵. Elle a retrouvé la périodicité diurne sidérale de Miller, avec une ascension droite très voisine.

Un exemple extraordinaire de la force des a priori régnant dès la fin des années 1920 est fourni par les observations interférométriques (par ailleurs techniquement remarquables ; en particulier il y avait une rigoureuse stabilisation en température) menées par Kennedy et Thorndike de 1929 à 1939¹⁶ (6 campagnes de quelques jours étalées sur cette période). Il s'agissait non pas de rechercher d'éventuelles variations de la vitesse de la lumière, mais de mettre en évidence la relativité du temps, la contraction

des longueurs et la dilatation des temps prévues par la relativité restreinte étant dès le départ admises. Elles ont toutefois mis en évidence des variations diurnes de 24 ± 19 km/s, que leurs auteurs ont pu tranquillement évacuer ainsi :

« In view of relative velocities amounting to thousands of kilometers per second known to exist among the nebulae, this can scarcely be regarded as other than a clear null result ».

› C'est ainsi que l'on en arrive à une conclusion assurément extraordinairement déroutante : l'une des théories dominantes d'aujourd'hui, élaborée il y a maintenant plus d'un siècle, l'a été sur des bases qui, autant que l'on puisse en juger, n'ont en fait jamais été réellement expérimentalement vérifiées...

5. Après le prix Nobel : Maurice Allais s'attache à faire connaître l'ensemble de ses travaux

› L'évènement majeur a été la publication en 1997, aux éditions Clément Juglar, de *L'Anisotropie de l'espace*, avec comme sous-titre « La nécessaire révision de certains postulats des théories contemporaines ». Traduit en anglais en 2019, il a alors été publié aux éditions *L'Harmattan*. Deux volumes avaient été prévus. Le premier « Les données de l'expérience » est celui qui a effectivement été publié. Le second, « Compléments expérimentaux et théoriques », qui aurait dû regrouper un certain nombre d'études et de notes, ne l'a jamais été.

14. *Test of constancy of speed of light with rotating cryogenic optical resonators*; P. Antonini, M. Okhapkin, E. Göklu, and S. Schiller; Phys.Rev. A71, 050101 (2005).

15. *Observation of a significant influence of earth's motion on the velocity of photons in our terrestrial laboratory*; Héctor A. Munera, Daniel Hernández-Deckers, Germán Arenasa, Edgar Alfonso; *Proceedings of SPIE; The International Society for Optical Engineering August 2007*.

16. Kennedy, R.J., and Thorndike, E.M.: Experimental establishment of the relativity of time, Phys.Rev. 42 (1932) 400-418

➤ Dans cet ouvrage, on retrouve tout d'abord une présentation des travaux expérimentaux des années 1953-1960. L'apport a été, d'une part, ce qui n'avait pu en être publié (toutes ses expériences d'optique, et ses expériences de 1959 et 1960 mettant en œuvre des pendules), et, d'autre part, une analyse d'ensemble des résultats obtenus (dont la mise en évidence, évoquée plus haut, de l'existence à la fois d'une action annuelle et d'une action pluriannuelle de période d'environ 5,9 ans).

➤ On y trouve ensuite ses réanalyses, qui n'avait jamais été jusqu'alors publiées, des observations de Miller en 1925-1926 et d'Esclangon en 1926-1927. Celle des observations de Miller a en outre donné lieu à plusieurs publications dans les Comptes rendus de l'Académie des sciences, de 1999 à 2000¹⁷, dont un échange entre Roger Balian (qui s'appuie toujours pour l'essentiel sur l'article de Shankland) et Maurice Allais.

Il en ressort des phénomènes qui avaient échappé à Miller et Esclangon :

a) De remarquables figures sont apparues à la construction des hodographes des vitesses de Miller. A elles seules, si besoin en avait été, elles auraient suffi à écarter l'explication des observations de Miller par des variations de température.

Il en résulte qu'il est strictement impossible, contrairement à ce qu'avait fait Miller, d'interpréter ses résultats comme étant les résultats du déplacement de la Terre par rapport à l'Univers, ou à tout le moins, qu'il

était strictement impossible de les expliquer seulement par cela. Il faut faire intervenir d'autres facteurs, qui ne peuvent guère être que des facteurs internes au système solaire.

En définitive les observations de Miller, autant que l'on puisse toujours en juger, infirment à la fois le postulat de la constance de la vitesse de la lumière et l'hypothèse initiale d'un éther isotrope et immobile par rapport aux étoiles fixes, confirmant sur ce point ce qui avait été déduit des observations de Michelson et Morley.

Maurice Allais a fait observer que ce n'était pas parce qu'un modèle particulier d'éther s'était révélé inapproprié qu'il fallait définitivement en conclure, comme cela a été le cas, que « l'éther n'existe pas ». En particulier, contrairement à ce qui est généralement affirmé, un déplacement local de l'éther avec le mouvement de translation de la Terre, qui permet d'expliquer que l'on ne retrouve pas dans les résultats de Michelson, Morley et Miller le déplacement de la Terre dans l'espace, n'est nullement contredit par le phénomène de l'aberration des étoiles. Parmi les différents modèles d'éther envisageables, c'est celui qui a retenu le plus son attention.

En ce qui concerne les anomalies mises en évidence au moyen de son pendule, elles peuvent résulter d'une action inconnue. Mais il a montré qu'elles pouvaient aussi mathématiquement s'expliquer par une anisotropie du milieu dans lequel oscille le pendule.

17. Allais M. « Des régularités significatives dans les observations interférométriques de Dayton C. Miller 1925-1926 » ; CRAS, t1, série II b, p. 1405-1410, 1999
 Allais M. « De nouvelles régularités significatives dans les observations interférométriques de Dayton C. Miller 1925-1926 » ; CRAS, t1, série II b, p. 1411-1419, 1999
 Balian R. « Remarques sur les notes de Maurice Allais : « Des régularités significatives dans les observations interférométriques de Dayton C. Miller 1925-1926 » et « De nouvelles régularités significatives dans les observations interférométriques de Dayton C. Miller 1925-1926 » ; CRAS, t1, série IV, p. 249-250, 2000.
 Allais M. « L'origine des régularités constatées dans les observations interférométriques de Dayton C. Miller 1925-1926 : Variations de température ou Anisotropie de l'espace » ; CRAS, t1, série IV, p. 1205-1210.

b) A la fois dans les données de Miller et d'Esclangon apparaissent des régularités annuelles ou semi-annuelles, qui ont la particularité, comme les azimuts du pendule, d'avoir toujours leurs extrema au voisinage des équinoxes, et non des solstices.

- › Si *L'Anisotropie de l'Espace* est avant tout une présentation des données de l'expérience indépendamment de toute interprétation, on y trouve aussi, dans des chapitres bien distincts, des considérations et réflexions d'un grand intérêt sur l'histoire des sciences, et en particulier sur la genèse de la théorie de la relativité.

6. L'héritage de Maurice Allais : un véritable gisement de phénomènes nouveaux, qui reste presque totalement à exploiter, et dont devra tenir compte toute théorie ayant l'ambition d'être unitaire

› L'évidence de l'enjeu

Qu'il s'agisse de ses expériences propres, ou de celles de Miller et d'Esclangon, il ressort de toutes les analyses approfondies qui en ont été faites que, d'une part, elles n'ont jamais pu être contestées de façon probante, et d'autre part, qu'elles ont bien mis en évidence des phénomènes inexplicables dans le cadre théorique actuel.

Et c'est bien au plus haut niveau, celui des postulats qui en sont à la base, que ces théories sont susceptibles d'être remises en question. D'où d'ailleurs le sous-titre « La nécessaire révision de certains postulats des théories contemporaines » donné par Maurice Allais à *L'Anisotropie de l'espace*.

- › Si les données rassemblées par Maurice Allais ne permettent absolument pas d'élaborer une nouvelle théorie, elles

fournissent d'ores et déjà des indications très intéressantes :

- Une périodicité de 24h50 mn résultant de la composition de la rotation de la terre avec une période d'environ 1 mois : il en résulte que sont impliqués dans les anomalies de la précession du pendule de Maurice Allais la rotation du couple Terre-Lune autour de son centre de gravité, ou la rotation du Soleil sur lui-même (ce qui implique la rotation des tâches solaires), ou les deux à la fois. Ce sont en effet les seuls phénomènes connus ayant une périodicité d'environ un mois.
- Qu'il s'agisse des anomalies de la précession du pendule, de celles de Miller, ou de celles d'Esclangon, on trouve toujours :

a) qu'il y a à la fois une composante annuelle et une forte composante semi-annuelle, laquelle est même parfois prédominante. Maurice Allais a observé que cette particularité se retrouvait aussi dans l'activité magnétique et les forces lunisolaires ;

b) que les extrema sont au voisinage des équinoxes, et non pas des solstices. Cette particularité se retrouve dans l'activité magnétique.

Tout ceci suggère l'existence d'un même phénomène commun sous-jacent à la fois à la gravitation, à l'électromagnétisme et aux phénomènes inexplicables constatés (dont on rappelle qu'il a été vérifié qu'ils ne peuvent résulter de la gravitation et de l'électromagnétisme). Peut-être, derrière tout cela, y a-t-il le lien entre l'électromagnétisme et la gravitation dont la recherche avait suscité la toute première expérience de Maurice Allais.

En outre cela exclut une influence de la température, qui ne présente aucune de ces deux particularités.

– La composante périodique d'environ 5,9 années, trouvée dans l'action pluriannuelle, elle aussi, autant que l'on puisse en juger, inexplicable dans le cadre théorique actuel, est un harmonique de plusieurs périodes remarquables du système solaire. Elle est en particulier voisine de la moitié de la période moyenne des taches solaires et de la période de révolution de Jupiter autour du Soleil¹⁸.

➤ **Pourquoi tous ces phénomènes ont-ils pu rester à peu près ignorés depuis parfois presque un siècle ?**

C'est évidemment la première question qui vient à l'esprit. On y a déjà répondu : c'est parce qu'ils ne peuvent être mis en évidence avec certitude que par l'analyse attentive de séries temporelles longues, avec toutes les difficultés qui en résultent. Il s'agit en effet de phénomènes qui, bien que mille fois supérieurs aux corrections résultant de la relativité générale, demeurent très petits (10^{-7} à 10^{-5} en valeur relative), et sont de plus de moyenne nulle. Ils sont donc en règle générale sans incidence significative sur la quasi-totalité des applications pratiques des lois de l'optique et de la mécanique et, lorsque d'aventure ce n'est pas le cas, ils ont toutes chances d'être considérés comme résultant d'erreurs de mesure ou de « bruit ».

➤ **La suite expérimentale donnée aux travaux de Maurice Allais est très insuffisante.**

– La quasi-totalité des scientifiques n'a retenu de ses travaux que l'effet d'éclipse.

Cette suite s'est donc presque exclusivement réduite à des expérimentations de durée limitée ciblées sur la recherche de cet

effet, au moyen de pendules ou d'autres dispositifs mécaniques¹⁹, ainsi que de dispositifs optiques. Nombre d'entre elles ont été menées avec des protocoles d'observation très insuffisants (en particulier la durée d'observation doit encadrer suffisamment l'éclipse). Toutefois un certain nombre d'entre elles, grâce en général à l'utilisation simultanée de plusieurs dispositifs, a bien confirmé l'existence de phénomènes mécaniques inexplicables à l'occasion d'éclipses. Mais aucune signature de cet effet, en particulier aucun lien certain avec la chronologie de l'éclipse ou la position de l'observateur, n'a pu à ce jour être établi. Il apparaît qu'il s'agit d'un phénomène étendu (il n'est pas nécessaire d'être en visibilité de l'éclipse), dont les manifestations peuvent être variables. Il semble s'être manifesté à l'occasion d'éclipses de Lune. Il se pourrait qu'il y ait, plus généralement, un effet de syzygie.

L'expérimentateur qui a disposé des moyens les plus importants est sans doute le Pr. Zhou, de l'université de Beijing, dans les années 1990-2000. Il a pu ainsi mettre en évidence des anomalies dans le comportement de dispositifs très différents (mécanique, horloges atomiques, certains instruments de mesure).

– En ce qui concerne les expérimentations en continu de longue durée, de très loin les plus susceptibles d'être fécondes (y compris d'ailleurs pour la recherche de l'effet d'éclipse), il n'y en a eu que deux :

a) Celle menée en 2006-2007 au moyen d'un pendule automatisé par un institut privé allemand (*Institut für Gravitationsforschung*). Elle a conclu à une influence du Soleil, de la Lune et de Jupiter. Toutefois la méthode d'analyse des données utilisée est

18. Cette composante, en période et en phase, est peu éloignée de l'évolution de la valeur absolue de la déclinaison de Jupiter (constat de l'auteur).

19. En ce qui concerne les dispositifs mécaniques, une synthèse en a été fournie
http://www.fondationmauriceallais.org/wp-content/uploads/2016/05/situation_allais_2015-2-1-1.pdf

très contestable. Il reste que certains graphiques exploitant directement des données brutes font apparaître une influence apparemment lunaire.

b) Celle menée, en août 2019, au moyen de 2 pendules en Roumanie, et à l'organisation de laquelle l'auteur a participé (une publication est en cours). La composante périodique de 24h50 mn, dont il a été vérifié qu'elle ne pouvait être expliquée par aucun phénomène connu, et en particulier par aucun des facteurs d'environnement locaux, a bien été retrouvée. Les ordres de grandeur sont cohérents avec ceux de Maurice Allais.

➤ **L'évident intérêt scientifique qu'il y aurait à organiser enfin, avec des moyens appropriés, des expérimentations de longue durée, dans la lignée de celles de Maurice Allais, de Miller et d'Esclangon.**

On aura noté que toutes les expérimentations, malheureusement très peu nombreuses, qui se sont inscrites dans cette lignée ont bien retrouvé des résultats analogues.

On peut en rapprocher ce qui semble avoir été la seule mesure de G menée en continu sur une longue durée (Gershsteyn, Moscou, 2001, au moyen d'un pendule de torsion), et qui a fait apparaître, autant que l'on puisse en juger, une évolution de G liée au mouvement de la Terre²⁰ (présence d'une importante composante diurne sidérale). Elle n'a jamais non plus été invalidée.

Assurément de telles expérimentations sont exigeantes en compétence, capacité d'organisation et motivation, d'autant que, pour apporter significativement des données nouvelles, elles devront pouvoir s'étaler sur plusieurs années et si possible, au moins de temps à autre, être conduites en plusieurs lieux.

Mais les moyens qu'elles nécessitent demeurent en regard de leur enjeu tout à fait modestes, et sont technologiquement très accessibles. Nulle nécessité de créer les conditions extrêmes que l'on trouve dans un cyclotron, ou de pouvoir observer finement ce qui se passe dans de lointaines galaxies.

20. L'un des problèmes les plus irritants du moment est l'impossibilité de connaître à mieux que 10^{-4} près la valeur de la constante de gravitation G , les progrès effectués dans la réduction des fourchettes d'incertitude des mesures depuis un siècle ayant simplement abouti à ce qu'elles ne se recoupent plus.